

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭62-94347

⑤ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和62年(1987)4月30日

B 41 J 3/04

1 0 3

7513-2C

審査請求 未請求 発明の数 4 (全 21 頁)

⑭ 発明の名称 熱インクジェットプリントヘッド

⑮ 特 願 昭60-234565

⑯ 出 願 昭60(1985)10月22日

⑰ 発 明 者 間 中 順 二 東京都大田区大森西1丁目9番17号 リコー精器株式会社  
内

⑱ 出 願 人 リコー精器株式会社 東京都大田区大森西1丁目9番17号

⑲ 代 理 人 弁理士 小橋 正明

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

熱インクジェットプリントヘッド

## 2. 特許請求の範囲

1. インクを局所的に加熱して気泡をインク内に発生させそれにより該インクからインク滴を形成する熱インクジェットプリントヘッドにおいて、ノズル孔が設けられていると共に前記ノズル孔に連通しており且つ前記インクを充填可能なインク流路が設けられており、前記インク流路の空間内に少なくともその一部を空中に延在させた加熱手段が設けられていることを特徴とする熱インクジェットプリントヘッド。

2. 特許請求の範囲第1項において、前記インク流路は基板とカバープレートとの間に形成されており、前記加熱手段は前記基板上に形成されており且つ前記基板の選択した箇所をエッチング除去して前記加熱手段の少なくとも一部を前記基板から離隔させたことを特徴とする熱インクジェットプリントヘッド。

3. 特許請求の範囲第2項において、前記加熱手段は電流の通過によって発熱する加熱部を有していることを特徴とする熱インクジェットプリントヘッド。

4. 特許請求の範囲第3項において、前記加熱部が架橋状に構成されていることを特徴とする熱インクジェットプリントヘッド。

5. 特許請求の範囲第3項において、前記加熱部が片持梁状に構成されていることを特徴とする熱インクジェットプリントヘッド。

6. 特許請求の範囲第3項において、前記加熱部の少なくとも一部が蛇行形状に構成されていることを特徴とする熱インクジェットプリントヘッド。

7. 特許請求の範囲第3項において、前記加熱部の少なくとも一部が環状形状をしていることを特徴とする熱インクジェットプリントヘッド。

8. 特許請求の範囲第3項において、前記ノズル孔は前記カバープレートの所定箇所に穿設して設けられていることを特徴とする熱インクジェ

ットプリントヘッド。

9. 特許請求の範囲第8項において、前記加熱部は前記ノズル孔と整合して配設されていることを特徴とする熱インクジェットプリントヘッド。

10. 特許請求の範囲第8項において、前記加熱部は前記ノズル孔と少なくともとも部分的にズラして配設されていることを特徴とする熱インクジェットプリントヘッド。

11. 特許請求の範囲第3項において、前記ノズル孔は前記カバープレートと前記基板との間に配設されていることを特徴とする熱インクジェットプリントヘッド。

12. 特許請求の範囲第3項において、前記ノズル孔は前記基板の所定箇所に穿設して設けられていることを特徴とする熱インクジェットプリントヘッド。

13. 特許請求の範囲第12項において、前記ノズル孔は前記基板を異方性エッチングすることによって先細形状に形成されていることを特徴とする熱インクジェットプリントヘッド。

- 3 -

ェットプリントヘッド。

18. 特許請求の範囲第17項において、前記加熱手段と前記温度検知手段とは実質的に同一の構成を有することを特徴とする熱インクジェットプリントヘッド。

19. 特許請求の範囲第2項において、前記基板と前記基板との間に所定の形状の孔を穿設した封止プレートを挟着させたことを特徴とする熱インクジェットプリントヘッド。

20. インクを局所的に加熱して気泡をインク内に発生させそれにより該インクからインク滴を形成する熱インクジェットプリントヘッドにおいて、1表面上に絶縁層を被着形成した基板の所定箇所を前記1表面と反対表面側から前記1表面に達する迄エッチング除去して前記絶縁層の選択部分によってダイヤフラムを形成し、前記ダイヤフラム上に加熱部を配設させて加熱手段を前記絶縁層上に付着形成し、前記絶縁層と所定距離離隔させてカバープレートを設けてインク流路を形成すると共に前記カバープレートにノズル孔を穿設

14. 特許請求の範囲第3項において、前記加熱手段は前記加熱部の両端に接続された一対のリード部を有しており前記リード部は前記基板上に付着形成されると共に前記加熱部の方が前記リード部よりも電気的抵抗が実質的に大きい様に設定されていることを特徴とする熱インクジェットプリントヘッド。

15. 特許請求の範囲第14項において、前記加熱部と前記リード部とは同一の物質から形成されており前記加熱部の断面積が前記リード部の断面積よりも小さく形成されていることを特徴とする熱インクジェットプリントヘッド。

16. 特許請求の範囲第1項、第2項、第3項及び第14項の内の何れか1項において、前記基板上に絶縁層が形成されており、前記加熱手段のリード部は前記絶縁層の上に被着形成されていることを特徴とする熱インクジェットプリントヘッド。

17. 特許請求の範囲第1項において、前記加熱手段の近傍に前記インクの温度を測定する温度検知手段を配設したことを特徴とする熱インクジ

- 4 -

し、前記インク流路内のインクを前記ノズル孔から噴出させることによってインク滴を発生させることを特徴とする熱インクジェットプリントヘッド。

21. 特許請求の範囲第20項において、前記加熱部は電流の通過によりジュール熱を発生し、前記加熱手段は前記加熱部の両端に接続する一対のリード部を有しており、前記リード部も前記絶縁層上に付着形成されていることを特徴とする熱インクジェットプリントヘッド。

22. 所定箇所をエッチング除去して1表面に凹所を形成した基板、第1線膨張率を持っており前記1表面上に付着形成されると共に前記凹所上の空間に張り出して所定の形状に延在する張り出し部を有する第1層、前記第1線膨張率とは異なった第2線膨張率を持っており前記第1層の少なくとも前記張り出し部上に付着形成された第2層、前記基板の絶縁層から所定距離離隔して配設しノズル孔を穿設したカバープレート、少なくとも前記張り出し部を加熱し前記第1及び第2線膨

- 5 -

- 6 -

張率の差異によって前記張り出し部を屈曲させる加熱手段、とを有することを特徴とする熱インクジェットプリントヘッド。

23. 特許請求の範囲第22項において、前記加熱手段は前記第2層に電流を通過させることによって前記第2層の加熱部においてジュール熱を発生させるものであることを特徴とする熱インクジェットプリントヘッド。

24. 特許請求の範囲第1項、第2項、第3項及び第23項の内の何れか1項において、前記第1層は $Ta_2O_5$ 、 $SiO_2$ 、 $Si_3N_4$ 、 $Al_2O_3$ から選択された物質で構成されており、又第2層はTa、Ti、W、Cr、Ni、Mo、Pt、 $TaN_2$ 、TiN、SiC、WC、NiCr、ステンレス、PtIr、PtRhから選択された物質で構成されていることを特徴とする熱インクジェットプリントヘッド。

25. 特許請求の範囲第24項において、前記基板はSi、W、Mo、Cr、Ni、NiCr、ステンレス、樹脂から選択した単層又はこれらのラミネート構造で構成されていることを特徴とする熱インクジ

ェットプリントヘッド。

26. インクを局所的に加熱して気泡をインク内に発生させそれにより該インクからインク滴を形成する熱インクジェットプリントヘッドにおいて、ノズル孔が設けられていると共に前記ノズル孔に連通しており且つ前記インクを充填可能なインク流路が設けられており、前記インク流路内のインクを局所的に加熱して気泡を発生させる加熱手段が設けられており、前記加熱手段は前記気泡を前記ノズル孔へ向かって成長させる加熱部を有することを特徴とする熱インクジェットプリントヘッド。

27. 特許請求の範囲第26項において、前記加熱部は少なくとも部分的に前記インク流路内の空間を延在して設けられていることを特徴とする熱インクジェットプリントヘッド。

### 3. 発明の詳細な説明

#### 技術分野

本発明はインクジェットプリンタ等に使用するインクジェットプリントヘッドに関するものである。

- 7 -

って、更に詳細には、熱エネルギーを駆動源として利用し印字用のインク滴を発生させる熱インクジェットプリントヘッドに関するものである。

#### 従来技術

熱インクジェットプリンタは公知であり、これは所謂オンデマンド型のインクジェットプリンタであって、その動作原理によれば、インクを局所的に加熱させて気泡を発生させ、その時の気泡による排除体積を駆動力としてインクをノズル孔から射出させてインク滴を形成し印字させる。第1図は従来の熱インクジェットプリンタに使用されるプリントヘッドの概略図である。図示した如く、このプリントヘッドにはインク流路1が形成されており、その一端にはノズル孔1aが形成されており、またその他端はインク供給路2に連通されている。インク流路1内にはインク3が充填されており、通常は、ノズル孔1aにおいて、インク3は表面張力によってメニスカスを形成している。インク流路1を画定する壁の所定の箇所にはヒータ4が被着形成されており、ここを瞬間的に加熱

させることによってヒータ1上に膜沸騰を起させ、その結果ヒータ4上に気泡5が発生される。従って、気泡5の発生による排除体積によって、インク3がノズル孔1aから部分的に押し出され、その押し出された部分3aはやがてインク滴を形成する。この場合の加熱は、電流パルスヒータ4に印加してジュール発熱を起させることによって行なわれ、従って、パルスが終了すると、ヒータ4はインク3によって急冷されて気泡は消滅し、新たなインクがインク流路1内に供給される。

この様な従来の熱インクジェットプリントヘッドによって、オンデマンド型の印字動作を行なわせることが可能であるが、ヒータ4がインク流路1の壁上に被着して設けられているので、ヒータ4から発生された熱はヘッド本体側へ熱伝導によって散逸される。従って、ヒータ4の加熱効率が悪く、パルス電流を印加した場合のヒータ4の温度上昇の立上りが比較的緩やかとなり充分な膜沸騰を発生させることが出来ない等の欠点がある。又、ヒータ4と比べ本体の熱容量が多きので、所

- 8 -

- 9 -

- 10 -

定の温度にヒータ4が到達するのにかなりの時間を必要とし、消費電力が大きいばかりか、熱的な周波数応答が低く印字速度が制限される等の欠点もある。

#### 且 的

本発明は以上の点に鑑みなされたものであって、上述した如き従来技術の欠点を解消し、熱効率を向上させると共に印字速度も向上させた熱インクジェットプリントヘッドを提供することを特徴とする。本発明の別の目的とするところは、製造が容易であり特に高密度のマルチノズル構成とするのに適した熱インクジェットプリントヘッドを提供することである。

#### 構 成

本発明の1側面においては、プリントヘッド内に形成したインク流路内にヒータを配設してインク流路内のインクを局部的に加熱し気泡をさせるが、このヒータを少なくとも部分的にインク流路内の空間に空中に延在させて設け、これによりヒータからプリントヘッド本体乃至は基板に熱が散

逸されることを極力防止している。この様な構成によれば、ヒータから基板への熱伝導による熱の散逸を最少とすることが可能となる。従って、所定の温度に加熱する場合の消費電力は減少され、一方熱応答性が改善されるので、印字速度を著しく向上させることが可能である。

本発明の別の側面によれば、ヒータを2層構成として、夫々の層を異なった線膨張率の物質で構成する。この様な構成においては、例えば電流を印加させてジュール発熱させると、ヒータは夫々の層の線膨張率の差から所定方向へ屈曲し、この屈曲動作によってインクは部分的に運動エネルギーが与えられ、これによってインク滴を構成させることが可能である。この場合に、ヒータの発熱によって気泡が発生される場合には、気泡発生による体積排除とヒータの屈曲運動による運動エネルギーの付与とによってインク滴が効果的に発生される。

本発明の更に別の側面によれば、インク流路内にヒータを配設して気泡が発生する場合に、その

- 11 -

気泡がノズル孔に向かって順次成長する様に構成し、従って気泡成長仮定における体積排除がインク流路内のインクの一部にノズル孔へ向かって運動エネルギーを付与させ、効果的にインク滴の発生を行なうことを可能とする。この場合には、ヒータをインク流路の壁上に被着して設けても良いが、好適にはインク流路の空間内に張り出して設けるのが良い。

以下、添付の図面を参考に、本発明の具体的実施の態様に付いて詳細に説明する。

第2図及び第3図は本発明の熱インクジェットプリントヘッド10の1実施例を示している。図示した如く、本発明の熱インクジェットプリントヘッド10は、基板11を有しており、基板11の1表面上には異方性エッチングによって溝乃至は凹所11aが形成され、これによりインク室13が画定されている。基板11の凹所11aが形成されている表面側には所定距離離隔してカバープレート12が配設されている。カバープレート12は、第3図には図示していないが、スペーサ

乃至は封止プレートをカバープレート12と基板11との間に介設させて基板11から所定の距離に位置させている。従って、基板11とカバープレート12の間にはインク供給路14が形成されており、このインク供給路14はインク室13と共にインク流路を構成している。従って、インク室13とインク供給路14は通常インク液体15で充填されている。本実施例においては、カバープレート12の所定の位置にノズル孔12aが穿設されている。

インク室13内の空間に延在してヒータ要素の加熱部16aが配設されている。第3図から明らかな如く、基板11の1表面内に大略矩形状のインク室13が凹設されており、この凹所13を横断してヒータ要素16の加熱部16aが架橋状に設けられている。更に、加熱部16aの両端に接続して一対のリード部16b、16bが横方向に延在して設けられている。好適には、加熱部16aとリード部16bとは同一物質から同時に付着形成されるが、例えば図示した如く、加熱部16

- 14 -

aの幅はリード部16bの幅より実質的に幅狭に設定され、従って加熱部16aの電気抵抗がリード部16bのそれよりも実質的に大きくなる様に設定されている。従って、ヒータ要素16の両端間に電流を通電すると、リード部16bでは実質的にジュール発熱することは無いが、加熱部16aにおいてはジュール発熱によってかなりの発熱が行なわれる。この場合に、実質的な発熱を行なう加熱部16aはその殆どが凹所13に架橋状に設けられており、インク室の空間内を延在しており、基板11と接触する部分は可及的に最少とされている。一方、リード部16bは基板11の表面上に付着形成されているが、この部分の抵抗は加熱部16aと比較して実質的に小さく設定されている。

この様な構成においては、ヒータ要素16に電流を例えばパルス状に通電させると、リード部16bでは実質的に発熱を行なうことはなく、発熱は加熱部16aで実質的に行なわれる。処で、加熱部16aはインク室13の空間内に延在して設

けられており、それは殆どその全体がインク15に接触しているの、加熱部16aから発生された熱は有効的にインク15へ伝達される。この様に、加熱部16aから発散される熱はその全てが周囲のインク15によって吸収され、基板11へ熱伝導によって逃げる事が回避され、従来技術に比べて遙かに熱効率が低い。

ヒータ要素16に通電して加熱部16aが発熱すると、加熱部16aの表面で膜沸騰が行なわれ気泡が発生する。従って、インク室13内のインク15は気泡の体積分だけ排除されることとなるが、本実施例においては、インク室13の体積が比較的大きく設定されており、従ってインク室13から基板11とカバースプレートの間の空間に形成されたインク供給路14への流体抵抗は高くなっている。従って、細長プレート状の加熱部16aの周囲に発生される気泡によって排除されたインク15はインク室13を流動して効果的にノズル孔12aの方へ移動し、その結果インク滴15aが発生される。インク滴15aは不図示

- 15 -

の記録媒体へ向かって空中を飛行する。尚、第2図に示した状態は、ヒータ要素16に通電しない状態を示しており、従って加熱部16aの周囲には気泡は発生しておらず、ノズル孔12aにおいては、インク15は表面張力によってメニスカス15bを形成している。

この様に、ヒータ要素16に通電を行なってインク滴15aを形成する場合に、従来技術の如く加熱部の殆ど全体が基板上に接触して設けられている場合には、1ドット当りの加熱電力は代表的に20V×0.5Aであるが、本発明の構成によれば、1.0V×0.05A程度であり、従って著しく低消費電力とすることが可能となる。これにより、本発明の構成によれば、マルチノズルにおいても低消費電力で電源部がコンパクトになり電源として電池を使用した電池駆動型とすることが可能であり、この為にポータブルのインクジェットプリンタとすることが可能である。

更に、基板11に凹所を凹設してインク室13を設ける構成とした場合には、気泡発生によるイ

- 17 -

- 16 -

ンク室13内のインクの流動は流体抵抗の大きなインク供給路14へ波及されることが実質的に阻止されるので、隣接するノズル孔間が互いに干渉することが実質的に防止され、高密度のマルチノズル構成とすることを可能とする。又、前述した如く、従来技術においては、熱的な応答が緩慢である為、気泡形成の制御を俊敏に行なうことが不可能であり、その為に熱的なロスやオーバーヒートによるヒータ要素の寿命が劣化するという問題があった。一方、本発明の構成においては、熱的な応答が俊敏であり、発熱温度を周囲の状況に応じてきめ細かく制御することが出来るので、熱効率は高く又寿命は長期化される。尚、第2図及び第3図に示したプリントヘッド10の全体的構成は更に第5図に斜視図で示してあり、ヒータ要素16はリード部16bの端部に電極部16cが設けられていることが分かる。

次に、第4a図乃至第4c図を参照して、第2図、第3図、及び第5図に示した熱インクジェットプリントヘッド10の動作原理に付いて説明す

- 18 -

る。第4a図は、加熱部16aに通電される前の状態を示しており、インク室13内のインク15は架橋状の加熱部16aの周囲に接触しており、又ノズル孔12aにおいて表面張力によってメニスカス15bが形成されている。第4b図は加熱部16aにパルス状電流を通電させた直後の状態を示しており、加熱部16aの表面上で膜沸騰が起こり気泡17が発生し始めた状態を示している。次いで、第4c図は加熱部16aの周囲に気泡17が成長された状態を示しており、この場合に、プレート状の加熱部16aの上側のみならずその下側にも気泡が発生されている。気泡17の発生により排除された体積に相当するインクはインク室13から押し出される分けであるが、その場合にインク室13からインク供給路14への流体抵抗は比較的大きいので、排除されたインクはノズル孔12aの方へ流動され、そこを通過して排出されてインク滴15aを形成する。この様に、加熱部16aの両面に気泡17が発生し、その排除体積が有効にインク滴15aの形成に利用される

- 10 -

して配設した場合の実施例を示している。更に、第8b図は、ブリッジ状の加熱部16aをノズル孔12aとは全くオーバーラップさせずに互いに相対的に横方向へズラせて配設させた場合の実施例を示している。尚、上述した何れの実施例においても、加熱部16aはノズル孔12aと不整合に且つインク室13の一端に偏移させて配置させてあり、加熱部16aの周りに発生する気泡によって排除されたインクがより有効にノズル孔12aへ向かって流動することを助長させている。

第9図乃至第14図はヒータ要素16を凹所13に対して架橋状ではなく、片持梁状に設けた幾つかの実施例を示している。即ち、第9図の実施例においては、矩形状の凹所13の右側の側部から凹所13で画定された空間内に片持梁状に一对のリード部16b、16bが延在しており、その先端部間を接続して幅狭の加熱部16aが形成されている。同様に、第10図の実施例においては、一对の片持梁状に延在する並設されたリード部16b、16bの先端部間にリング形状の加熱部1

ので、従来技術と比較して、効率が向上されている。

第6a図乃至第6c図はヒータ要素16の種々の実施例を示している。第6a図の実施例においては、一对の離隔された互いに平行なストリップ16a<sub>1</sub>及び16a<sub>2</sub>によって加熱部16が形成されており、第6b図の実施例においては、加熱部16は一对のアーム16a<sub>1</sub>とリング16a<sub>2</sub>とで形成されている。一方、第6c図に示したヒータ要素においては、加熱部16は蛇行形状部16a<sub>1</sub>から形成されている。更に、第7a図及び第7b図はカバープレート12に穿設するノズル孔12aを夫々先端形状12a<sub>1</sub>及び末広形状12a<sub>2</sub>に夫々形成した場合の実施例を示している。これらのノズル孔12aの形状は、例えばインク15の粘性等種々の条件に応じて適当に選択して使用することが可能である。

第8a図は、架橋状の加熱部16aをノズル孔12aに整合して配設する代りに、多少右側へズラして部分的にノズル孔12aとオーバーラップ

- 20 -

6aが設けられている。第11図の実施例では、蛇行形状の加熱部16aが一对のリード部16b、16bの先端間に接続して設けられている。第12図は第9図の構造を有するプリントヘッドのB-B方向に見た断面構造を示している。この場合には、加熱部16aがカバープレート12に穿設したノズル孔12aに整合して配設されているが、加熱部16aとノズル孔12aとは前述した如く不整合とさせることも可能である。

第13図及び第14図に示した実施例においては、基板11の凹所13を形成した1表面上に絶縁層18を被着形成しており、その絶縁層18はパターン形成された片持梁状の支持部18aを有しており、該支持部18aは凹所13で形成される空間内に張り出して延在している。従って、この実施例においては、ヒータ要素16の片持梁状のリード部16b、16bは絶縁層18の支持部18a上に被着形成されており二重構造の片持梁を形成している。後に詳述するが、この様に空中への張り出し部を二重構造とし、夫々を線膨張率

- 21 -

- 22 -

の異なる物質から構成することによって、張り出し部が加熱により振動を発生する。この機械的な振動運動による運動量をインク15に付与してインク滴15aの形成に有効に利用することが可能である。尚、基板11がシリコン基板である場合には、絶縁層18は二酸化シリコンとすると良い。

第15図の実施例は、基板11の1表面上に絶縁層18を全面に被着形成しており、その反対側の表面から基板11の選択部分を絶縁層18に到達する迄エッチング除去して凹所13を形成している。従って、凹所13によって露出された絶縁層18の部分はダイヤフラムを形成している。ヒータ要素16は絶縁層18の上に被着形成されており、従ってその加熱部はダイヤフラムの上に配設してもらうけられる。本実施例においても、ヒータ要素16の気泡発生による体積排除による効果に加えて、絶縁層18とヒータ要素16とを夫々異なった線膨張率に設定することにより、ヒータ要素16の発熱によってダイヤフラムが振動を発生し、その際の機械的運動によりインク滴15

aの発生を助長することが可能となる。

第16図乃至第18図はインク室13へのインク導入用のインク供給路14を画定する為にスペーサとしても機能する封止プレート19をカバープレート12と基板11との間に介在させた場合の実施例を示している。第16図及び第17図に示した実施例の場合には、基板11の1表面に基板の一端側から所定距離延在する直線チャンネル形状の溝が形成されており、この溝はインク流路を形成しておりその一部はインク室13を画定すると共にその一部はインク供給路14を画定している。インク室13内の空間を延在する加熱部16aを持ったヒータ要素16が基板11上に設けられており、該インク流路の周囲を取りまく様にU字形の封止プレート19が基板上に形成され、更にその上にカバープレート12が配設されている。この様な構成とした場合には、インク室13及びノズル孔12aは全く独立となるので、マルチノズル形態とした場合にも、その他のノズルから悪影響を被ることは無い。

- 23 -

第18図の実施例においては、基板11の1表面をエッチング除去して凹所13を形成すると共に基板11の反対側の表面上にチャンネル溝を刻設してインク供給路14を形成しその一端部において凹所13と基板11を貫通して連通させている。基板11の凹所13を形成した上表面上には所定のパターン形状としたスペーサとしても機能する封止プレート19を被着して設けてあり、更にその上にはノズル孔12aを穿設したカバープレート12を配設してある。一方、基板11の下側表面にはバックプレート20が設けられており、インク供給路14を画定している。尚、これらの実施例においても、加熱部16aはノズル孔12aと整合させてあるが、前述した実施例における如く、不整合配置させることも可能である。

第19図乃至第21図の実施例は、基板11を異方性エッチングして貫通孔を設け、これをノズル孔として使用する場合を示している。即ち、第19図及び第20図に示した実施例においては、基板11を異方性エッチングによって先細形状の

貫通孔11bを設け、これによってインク室13を形成すると共にインク滴15a射出用のノズル孔を形成している。基板11と所定距離離隔してバックプレート20が配設されており、その間にインク供給路14が形成されており、又加熱部16aはインク室13の空間内を延在して設けられている。この実施例は構造が極めて簡単であり製造が容易である。又、ヒータ要素16とノズル11bの加工が一連のホットエッチングプロセスに組み込める為に位置合せ精度及び間隔が正確である。

第21図に示した実施例は上述した実施例の変形例であり、基板11の内側表面上に絶縁層18が被着形成されており、異方性エッチングによって先細のノズル孔11bを穿設する場合に、絶縁層18がインク室13内に突出する張り出し部18aを形成し、その張り出し部18a上にヒータ要素16の加熱部16aが被着形成されている。尚、この場合に、加熱部16aは張り出し部18aの縁に沿って延在して設けられている。

前述した如く、ヒータ要素16は単層に構成し

- 25 -

- 26 -

ても良いし、又多層構成にしても良いが、特に多層構成（例えば、前述した実施例では、絶縁層上にヒータ要素16を形成）とした場合には、その少なくとも1層を他の層の線膨張率と異なったものに設定することにより、発熱した場合にヒータ要素16が振動を発生し、この機械的運動をインク滴の発生に有効に利用することが可能である。次に、第22a図乃至第22i図を参照して、絶縁層で包囲された片持梁状のヒータ要素を製造する場合の1例に付いて説明する。

第22a図に示した如く、シリコン等の基板11の上に、任意の公知の膜製造方法により、二酸化シリコン等の絶縁層18を付着形成し、更にその上に順次モリブデン層16x、白金層16y、モリブデン層16zを形成する。次いで、第22b図に示した如く、層16xと16yと16zからなる複合層16の上にホトレジスト21をコーティングする。このホトレジスト21を所定のパターンに露光し現像することによって第22c図に示した如きホトレジストパターン21a、21

bを形成する。次いで、第22d図に示した如く、プラズマエッチングを行なって金属複合層16を選択的にエッチングする。その後に、ホトレジストパターン21a、21bを剥離すると第22e図に示した構造となる。

次いで、第22f図に示した如く、構成体の表面全体に二酸化シリコンからなるパッシベーション膜22を付着形成させる。次いで、ホトレジストを被着させて露光及び現像を行ない第22g図に示した如きホトレジストパターン23を形成する。次いで、このホトレジストパターンをマスクとして使用してウエットエッチングを行ない二酸化シリコンを選択的にエッチング除去し第22h図に示した如き構造とさせる。次いで、ホトレジストパターン23を剥離し、その後に、二酸化シリコンをマスクとしてシリコン基板11をその露出部分から公知の異方性エッチングを施すことによって部分16aの下側をアンダーカッティングさせて凹所13を形成しその際に部分16aを片持梁状の構成とさせる。尚、部分16aを架橋構

- 27 -

造とする場合も同様の異方性エッチングによるアンダーカッティングを利用すれば良い。本例においては、金属複合層16aはモリブデン、白金、モリブデンの3層構造であり、複合層16aは下地絶縁層18とパッシベーション用絶縁層16aによって周囲が完全に包囲されているが、複合層16aは所望により単層構成とすることも可能であり、又層16aは部分的に絶縁層で被覆される構成とすることも可能である。

次に、基板11として特にシリコンウエハを使用した場合の実施例に付いて第23図を参照して詳細に説明する。シリコン基板11の上表面が(100)面であり、そこにインク流路11aを異方性エッチングにより形成すると共にヒータ加熱部16aをアンダーエッチングによって形成する場合には、架橋構造の加熱部16aが(111)面に対して平行にならない様に図示例では $\theta = 45^\circ$ の角度に配置させる。第23図の実施例では、大略矩形形状のシリコン基板11の上表面にインク流路11aをその一端を基板11の端部に開放

して直線状に延在するチャンネル形状にエッチング形成し、その流路11aの終端近傍に45度の角度で架橋状に延在する加熱部16aを設けたヒータ要素16が設けられている。更に、ヒータ要素16と並列して検知要素26が設けられており、該検知要素26も同様に架橋構造を有する検知部26aと、その両端に接続された一対のリード部26b、26b、及び電極部26c、26cを有している。尚、検知要素26はヒータ要素16と同一の物質から同時的に形成すると良い。検知要素26は検知部26aにおける電気的特性（例えば電気抵抗）の変化を検知してインク流路11a内のインクの状態、例えばインクの液温や流速、を測定する。基板11上にはノズル孔12aを穿設したカバープレート12を被着するが、その場合に、好適には両者間に所定の形状の封止プレートを紹介させると良い。尚、第23図には、単一のノズル孔12a及びインク流路11aのみ図示してあるが、基板11上にアレイ状にインク流路11aを刻設すると共にそれに対応してノズル孔

- 28 -

- 29 -

- 30 -



12aをアレイ状に配設させてマルチノズル構成とすることが可能である。

次に、シリコン基板を使用し、ヒータ及び検知体を片持梁構造とした場合の具体的実施例に付いて第24図乃至第30図を参照して詳細に説明する。第24図乃至第26図は第27図及び第28図に夫々異なった箇所の断面構造を示した本発明熱インクジェットプリントヘッドの1例のカバープレート12と、封止プレート19と、基板11とを夫々示している。第26図に示した如く、シリコン基板11の上表面上には二酸化シリコン等の絶縁物質からなる絶縁層18が付着形成されており、該絶縁層18は所定の形状にパターン化されており、又基板11はその選択した部分がエッチング除去されてインク室13を画定する凹所が凹設されている。各インク室13の左端は共通インク供給路に連通されており、その右端近傍においては、片持梁状にインク室13内に張り出している絶縁層18の一对の支持部18aが形成されており、その上には夫々ヒータ要素16のリング

状加熱部16aと、検知要素26のリング状検知部26aとが形成されている。

第26図の実施例においては、ヒータ要素16の上側リード部16bと検知要素26の下側リード部26bとは共通リード36に共通接続されている。この様な構成を有する基板11上に第25図に示した矩形形状の窓19aを穿設した封止プレート19を被着し、次いでその上に第24図に示した如く円形のノズル孔12aを穿設したカバープレート12を被着させてプリントヘッドを完成する。尚、この様に組み立てられた場合に、矩形窓19aは大略インク室13の外周を取り囲んでインクが充填されるインク室13の範囲を画定し、更に、ノズル孔12aは大略ヒータ要素16のリング状加熱部16aに整合して配置される。この状態は第28図から明らかである。

第29図及び第30図に示したプリントヘッドは上述したプリントヘッドの変形例であり、この場合には、基板11の左端側に各インク室13の一端を開放させてノズル孔13aを画定しており、

- 31 -

又各インク室13の右端は基板11に刻設した共通インク供給路14に連通している。各インク室13内の空間に張り出して一对のリング状加熱部16aとリング状検知部26aとが夫々片持梁形状に形成されている。尚、第29図においては、ヒータ要素16及び検知要素26は夫々簡略的に図示してあることに注意すべきである。第30図から明らかな如く、基板11上には所定の形状を持った封止プレート19が被着されており、更にその上バックプレート20が被着して設けられている。従って、本例においては、基板11とバックプレート20とで基板11の1側部に横方向に指向したノズル孔13aを画定している。

次に、上述したヒータ要素16と検知要素26とを具備する実施例のヒータ及び検知駆動回路に付いて第31図及び第32図を参照して説明する。第31図に示した如く、例えば基板11とカバープレート12との間に形成されたインク流路内に充填されているインク15をヒータ要素16の加熱部16aで局所的に加熱することによって気泡

を発生しその排除体積を利用してインク15をノズル孔12aから押し出してインク滴15aを形成すると共に、検知要素26の検知部26aによってインク15の温度を検知しその液温情報に基づいて加熱部16aの加熱駆動を制御し最適なインク滴15aを形成する。この為に、ヒータ要素16に接続されたヒータ駆動回路21はタイミング回路23とヒータ駆動制御回路24とに接続されており、同様に、検知要素26に接続された液温検出回路22もタイミング回路23とヒータ駆動制御回路24とに接続されている。

この場合に、第26図に示した実施例の如くヒータ要素16と検知要素26とを共通接続36させてヒータ駆動回路21及び液温検出回路22へ接続する構成とすることが望ましく、その様な好適変形例を第32図に示してある。尚、この場合に、共通接続部36は接地接続すると良い。

次に、特に第33図乃至第35図を参照して、ヒータ要素の架橋又は片持梁構造を多層構造として少なくともその一層の線膨張率を他の層のもの

- 34 -

- 33 -

と異ならせることによって多層構造体を機械的に振動させ、その振動現象を利用してインクに運動量を付与してインク滴の形成に寄与させる場合に付いて詳細に説明する。第33図及び第34図に示した実施例においては、基板11の上表面上に絶縁層18が被着形成されており、その絶縁層18が所定の形状にパターン形成されると共に基板11の選択した部分がエッチング除去されてインク室13を画定している。絶縁層18の一部はインク室13の空間内に片持梁状に張り出しており支持部18aを形成している。絶縁層18上にはヒータ要素16が形成されており、それは一對の互いに並設したリード部16bと、そこからインク室13の空間に片持梁状にやや斜めに互いに近接して延在する中間部16dと、その先端に接続されるリング形状の加熱部16aとを有している。従って、一對の中間部16dとリング状加熱部16aとが全体として片持梁形状に構成されており、それと略同等の形状を有する絶縁物質からなる支持部18a上に付着形成されて2層構成の片持梁

を形成している。

基板11の上方には所定距離離隔してカバープレート12が配設されており、両者間にインク供給路14が形成されている。インク供給路14はインク供給源へ接続されており、通常インクで充填されている。カバープレート12の所定箇所にはノズル孔12aが穿設されており、インクが一部射出されて印字用のインク滴15aを形成する。この場合に、例えばヒータ要素16を白金で又絶縁層18を二酸化シリコンで形成した場合には、ヒータ要素16の線膨張率の方が絶縁層18のそれより大きく従って、リング加熱部16aが発熱して片持梁が加熱されると、点線で示した如く片持梁は下方へ屈曲する。従って、この屈曲運動によってインク室13内のインクは矢印で示した如く、大略時計方向に流動されて略ノズル孔12aの方向へ向かって押し長される。この様な片持梁の下方屈曲運動のみによってインクをノズル孔12aから射出させてインク滴15aを形成することも可能であるが、この場合に、リング加熱部

- 35 -

16aに気泡を発生させて、その排除体積をインク滴15aの形成に利用するとより効果的である。更に、第33図及び第34図に示した実施例においては、リング形状の加熱部16aをノズル孔12aの右側へズラせて位置させているが、例えば、加熱により片持梁構成体が上方へ屈曲される場合には、加熱部16aをノズル孔12aと整合させる構成とすることが良い。又、一般的には、白金と二酸化シリコンとは密着性が良く無いので、白金と二酸化シリコンとの間にモリブデン、クロム、チタン等の下地層を介在させるのが良い。

第35図は、片持梁が加熱により上方へ屈曲する実施例を示している。即ち、第35図の実施例は前述したものと多くの点で同じ構成を有しているが、基板11とカバープレート12との間にスペーサとしても機能する封止プレート19が介在されている。又、本例においては、基板11の上表面上に付着形成した絶縁層18の上にヒータ要素16を付着形成しており、更にその上に絶縁層18と同一の前縁材料でより大きな膜厚でオー

- 36 -

バーコート絶縁層22を付着形成してある。従って、本例の片持梁は、原理的には、3層構造を有しており、その上部層22と下部層18とは同一の絶縁性物質から構成されているが、上部層22を下部層18よりも大きな厚さに形成してあるので、ヒータ要素16により加熱された場合には、片持梁構成体は点線で示した如く、上方へ屈曲する。従って、この上方屈曲運動により、インクがノズル孔12aを介して外部へ押し出されインク滴が形成される。図示例の如く、片持梁構成体の先端部がノズル孔12aの近傍に位置させるのが好適であるが、ノズル孔12aから多少ズレて位置させることも可能である。更に、片持梁の屈曲運動のみならず、加熱部16aに気泡を瞬時に発生させてその時の排除体積をも利用してインク滴を形成することが望ましい。前述した如く、ヒータ要素16を白金で構成し且つ上部及び下部絶縁層18と22とを二酸化シリコンで構成する場合にはそれらの間に密着層として例えばモリブデンを介在させることが望ましい。

- 37 -

- 38 -

次に、第36図乃至第38図に示した実施例に付いて説明する。第36図及び第37図に示した実施例では、基板11の上表面を選択的にエッチングしてインク室13とインク供給路14を有するインク流路を形成し、インク室の空間を延在させてリングを具備した加熱部16aがブリッジ状に設けられている。インク室13の一端側は基板11の1側部に画定したノズル孔13aへ連通しており、そこを介してインク液滴が射出される。本例においては、インク室13はインク流路のチャンネル幅を部分的に横方向に拡大して形成されている。この場合にも、前述した基板11の下方向ヘアンダーカットエッチングした場合と、同様の効果、即ちインク供給路14側への流れ抵抗を高め逆流を防止する効果を享受することが可能となる。本例の場合には、一回のエッチングでインク流路を形成することが可能であり、製造プロセスが簡便化される。尚、図示例においては、インク室13からノズル孔13aへかけて多少先細の形状とされているが、この遷移部分は同じ幅の儘

- 39 -

で、このオリフィス14aによって流れ抵抗が大きく設定され、インク室13からの逆流が防止される。更に、本例の変形例として、バックプレート20のリング加熱部16aに対応する箇所に点線で示した如く空洞部20aを形成しても良い。

次に、本発明の更に別の実施例に付いて第39図及び第40a図乃至第40d図を参照して説明する。第39図の実施例においては、基板11の表面にチャンネル形状のインク供給路14を刻設すると共にそこから末広形状に拡開するインク室13が設けられている。インク室13は本例では先細形状の遷移部分を介して基板11の1端部に画定されたノズル孔13aに連通している。インク供給路14からインク室13へ遷移する末広部分に位地してリング加熱部16aがインク室13内に配設されており、リング加熱部16aは一對のリード部16b、16bに接続されている。

第39図の如き構成の動作原理に付いて第40a図乃至第40d図を参照して説明する。第40a図に示した如く、リング加熱部16aが加熱さ

とするか或いは末広の形状としても良い。

第37図に示した如く、封止プレート19を介してカバープレート12が設けられている。尚、本例の変形例として、ノズル孔13aを閉塞して、カバープレート12の所望箇所に点線で示した如くノズル孔12aを穿設して設けても良い。

第38図は更に別の実施例を示しており、この場合には、基板11の選択箇所をエッチング除去してチャンネル状の溝を形成してインク室13を画定し、その一端側にノズル孔13aを画定してある。インク室内にはリング状加熱部16aを有するヒータが空中に延在して設けられている。基板11上にはスペーサとしても機能する封止プレート19を介してバックプレート20が設けられている。本例においては、バックプレート20に所定形状の溝を刻設してインク供給路14が形成されており、該インク供給路14はインク室13に連通されている。この場合に、インク供給路14とインク室13の接続箇所にオリフィス14aが形成される様に位置決めしてセットする。従っ

- 40 -

れると、膜沸騰を起し気泡17の成長が開始される。この場合にリング加熱部16aはインク供給路14とインク室13との境界近傍に位地されているから、発生された気泡17はインク供給路14を閉塞する。次いで、第40b図に示した如く、気泡17が成長されると、インク室13との接触角度、気泡17の表面張力の関係からノズル13aの方向へ気泡17が膨張して行く。この場合、インク供給路14はブロッグされた儘であるのでそちら側へは圧力は伝達されない。この為、インク室13内のインク15はノズル孔13a側へ押し出され、インク供給路14側へは圧力が加わらないので、インク15の流れは一方方向となる。これにより、インク15がノズル孔13aから射出されて、インク滴が形成される。

次いで、パルス電流が終了すると、第40c図に示した如く、リング加熱部16aは周囲のインク15によって急激に冷却され、気泡17は瞬時に消滅してインク液面15bは内部に引っ込む。次いで、第40d図に示した如く、インク供給路

- 41 -

- 42 -

14から新たなインクがインク室13内に供給されてインク液面15bは表面張力により適当なメニスカスの状態に復帰する。この様に、本実施例に拠れば、気泡17は積極的にノズル孔13aへ向かって成長する構成としてあり、従って気泡17の成長により、その排除体積に指向性が与えられその運動エネルギーを有効に利用してインク滴を形成するものである。

第41図は、上述した実施例の変形例を示しており、インク室13とノズル孔13aとの遷移部分に接続して別のインク供給路としてのインク供給補助路30を設けた場合である。但し、この場合に、インク供給補助路30の方の流れ抵抗をインク室13とノズル孔13aとの間の遷移部分の流れ抵抗よりも大きく設定することが望ましい。第42図は更に別の変形例を示しており、遷移部分の流路内に流れ制御要素31を配設してインク室13からのインクの流れと補助路30からのインクの流れの割合を適切に設定することを可能としている。第43図は更に別の変形例を示してお

り、この場合は、インク室13と補助路13との間の遷移部分の流路断面よりも補助路30からノズル孔13a迄の遷移部分30aの流路断面を大きく設定し、補助路30からのインクの吸いあげ効果を向上させている。第44図は更に別の変形例を示しており、この場合には、遷移部分30aに角度 $\alpha$ の傾斜を与えて末広形状としている。

次に、第45図及び第46図を参照して本発明別の実施例に付いて説明する。なお、これらの実施例も気泡の発生に指向性を与えてインク滴形成の効果を向上させるものである点前述した実施例とそのカテゴリーを同じくするものである。第45図に示した実施例では、複数本(図示例では4本)の加熱部16a、乃至16a、をインク流路乃至はインク室13の長手軸に沿って並設し、これらの過熱部を順次ノズル孔13aへ向かって発熱させる。これにより、発生される気泡はノズル孔13aへ向かって順次成長され、排除体積に指向性が与えられてインクの押出し動作に寄与する。第46図の実施例は、一対のヒータ $H_1$ とサーミス

- 43 -

タ $T_1$ とを並列接続し、更に別のヒータ $H_2$ とサーミスタ $T_2$ との整列接続したものと直列に接続詞、夫々のノードに電圧 $V_1$ 及び電圧 $V_2$ を印加するものである。この場合には、抵抗値は $T_1 > H_1$ に設定してあり、従って $H_1$ に電流が流れて発熱し $H_1$ で気泡が発生する。 $H_1$ と $T_1$ とは一体となっているので、 $T_1$ の温度も上昇しその抵抗値が低下し $T_1$ に電流が流れる。次に $H_1$ の電流が小さくなる。サーミスタ $T_2$ の抵抗値が桁違いに低下する為、 $T_1$ 、 $H_1$ 、 $T_2$ 、 $H_2$ の合成抵抗は小さくなり、印加電圧 $V_2$ に対して $T_2 \rightarrow H_2$ の経路で電流が流れる。そこで、 $H_2$ が発熱し、次に $T_2$ の電流が増加し $H_2$ で気泡が発生する。 $H$ と $T$ が近接配置されている為に、同様に温度が上がる。しかし、 $H$ が発熱し次に $T$ が過熱される為に、多少の時間差(数十 $\mu$ 乃至は数msec)があり、気泡をノズル孔13a方向へ向かって移動させることとなる。

次に、第47図に示した実施例に付いて説明する。この場合も前述した実施例と同様に気泡をノズル孔13aへ向かって成長させるものであるが、

本例では、インク供給路14からインク室13への末広遷移部分の末広壁に沿って大略V字形状で且つ蛇行形状の過熱部16aを配設している。その動作を第48a図乃至第48d図を参照して説明する。第48a図に示した如く、過熱部16aに電流パルスを印加させて過熱させると、夫々の壁に沿って一対の気泡17、17が発生される。次いで、第48b図に示した如く、気泡の凝集しようとする作用により一対の気泡は結合される。この場合、インク流路14に接続されている末広壁の狭くなっている側で先ず気泡の結合が起こり、表面張力の為に気泡は球形になろうとする効果も加わり、インク供給路14が閉塞される。同時に末広壁が拡開されている側では気泡の移動により新たなインクがヒータ面に供給される。次いで、第48c図に示した如く、新たなインクは過熱によって気化し気泡となる。インク供給路14側は狭い為に、気泡の表面張力、液と壁面の接触角度、及び管抵抗から気泡面の位置へ変らない。一方、反対側では、新たな気泡面の形成に伴い、表面張

- 44 -

- 45 -

- 46 -

力により図示した如く安定した形状の気泡が形成される。管抵抗及びノズルによる抵抗が小さいので、第48d図に示した如く、インクはノズル孔13a方向へ押し出される。気泡が成長すると、周囲のインク液で冷却されて、気泡が収縮、消滅する。

第49図は更に別の実施例を示しており、この場合には、過熱部16aの幅は順次その長さ方向に変化させてインク室13内においてその長手軸方向において所定の温度に到達する迄の時間を制御することにより気泡の成長に指向性を持たせ、インクのノズル孔13aへ無かったの押し出し効果を發揮させるものである。第49図の実施例のヒータ幅及び熱容量を長手軸方向に夫々第50a図及び第50c図に示してあり、又気泡を発生する迄の時間をヒータ位置の関数として第50c図に示してある。第49図の実施例の動作は第51図乃至第53図を参照することにより明らかである。尚、第51a図乃至第51c図は夫々の経過時間を横軸にとってあり、印加電圧を縦軸に取ってあ

る。又、第52a図乃至第52c図では、横軸にヒータ位置を縦軸に温度をとってある。更に、第53a図乃至第53c図では、横軸にヒータ位置を取ってあり、どこで気泡が発生するかを表している。尚、第51図乃至第53図において、それぞれのa乃至bは対応している。

#### 効果

以上詳説した如く、本発明によれば、消費電力を著しく減少させることが可能であり、又応答速度を上げることが可能なので、高速の印字を行なうことが可能である。更に、構造は簡単であるから、製造が容易であり、高精度の加工が容易で新規な機構が容易に付加できる。特に高密度のマルチノズルを構成するのに効果的である。

以上、本発明の具体的実施の態様に付いて詳細に説明したが、本発明はこれら具体例にのみ限定されるべきものではなく、本発明の技術的範囲を逸脱すること無しに種々の変形が可能であることは勿論である。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は従来の代表的な熱インクジェットプリントヘッドの構成を示した概略図、第2図は本発明の熱インクジェットプリントヘッドの1実施例を示した概略図、第3図は第1図のプリントヘッドの概略平面図、第4a図乃至第4c図は第1図のプリントヘッドの動作原理を説明する各説明図、第5図は第2図及び第3図のプリントヘッドの概略斜視図、第6a図乃至第6c図はヒータ要素16の種々の実施例を示した各平面図、第7a図及び第7b図はノズル孔の変形例を示した各概略断面図、第8a図及び第8b図は過熱部16aとノズル孔12aとの相対的位置関係の異なる各実施例を示した各概略断面図、第9図乃至第11図はヒータ要素16を片持梁構造とした場合の各概略平面図、第12図は第9図のB-B線に沿っての概略断面図、第13図はヒータ要素16を2層構造の片持梁とした場合の概略平面図、第14図は第13図のC-C線に沿っての概略断面図、第15図はダイヤフラム構成とした場合の概略断面図、第16図は基板11の表面に直線上のインク経路

を形成した場合の実施例の概略断面図、第17図はその分解概略斜視図、第18図は基板11の裏側表面にインク供給路を形成した実施例の概略断面図、第19図は基板11を異方性エッチングしてノズル孔を形成した場合の概略断面図、第20図はその分解概略斜視図、第21図はその変形例を示した概略断面図、第22a図乃至第22i図は本プリントヘッドの1実施例の製造方法の1例を示した各概略断面図、第23図はシリコンウエハを基板11として使用しヒータ要素16と並設して検知要素26を設けた場合の分解概略斜視図、第24図はカバープレート12の1例を示した概略部分平面図、第25図は封止プレート19の1例を示した概略部分平面図、第26図は基板11とその上にヒータ要素16と検知要素26とを並列して形成した実施例の概略部分平面図、第27図及び第28図は夫々第26図中のD-D線及びE-E線に沿っての各概略断面図、第29図は基板11の1側部にノズル孔13aを画定した場合の実施例の概略部分平面図、第30図は第29図

中のF-F線に沿っての概略断面図、第31図はヒータ要素16と検知要素2.6の駆動回路の1例を示した概略図、第32図はその変形例を示した概略図、第33図は片持梁状の2層構造のヒータ要素16を持った実施例を示した概略断面図、第34図はそのヒータ要素16とインク室13との位置関係を示した概略平面図、第35図はその変形例を示した概略断面図、第36図は基板11表面を横方向に部分的に拡大してインク室13を画定した実施例を示した概略部分平面図、第37図は第36図のG-G線に沿っての概略断面図、第38図はその変形例を示した概略断面図、第39図は発生される気泡の成長に指向性を付与する1実施例を示した概略平面図、第40a図乃至第40d図はその動作原理を示した各概略図、第41図乃至第44図はインク供給補助路30を設けた変形例を示した各概略平面図、第45図及び第46図はインク流路の長手軸に沿って複数個のヒータ要素を並設して発生される気泡の成長に指向性を付与する実施例を示した各概略図、第47図は

気泡の成長に指向性を付与する場合の変形例を示した概略図、第48a図乃至第48d図はその動作原理を示した各概略図、第49図は気泡の成長に指向性を付与する場合の別の変形例を示した概略図、第50a図乃至第50c図は第49図の構造の種々の特性を示した各グラフ図、第51a図乃至第51c図と第52a図乃至第52c図と第53a図乃至第53c図は第49図の動作原理を説明するのに有用な各グラフ図、である。

## (符合の説明)

- 11: 基板
- 12: カバープレート
- 12a: ノズル孔
- 13: 凹所又はインク室
- 14: インク供給路
- 15: インク
- 15a: インク滴
- 16: ヒータ要素
- 16a: 加熱部

- 51 -

- 52 -

- 16b: リード部
- 16c: 電極部
- 18: 絶縁層
- 19: 封止プレート
- 20: バックプレート
- 26: 検知要素
- 26a: 検知部

特許出願人

リコー精密株式会社

代理人

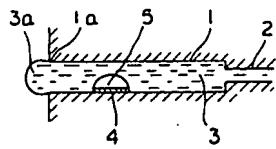
小 橋 正 明



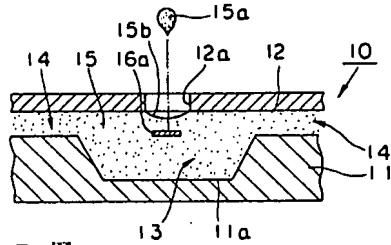
- 53 -

-276-

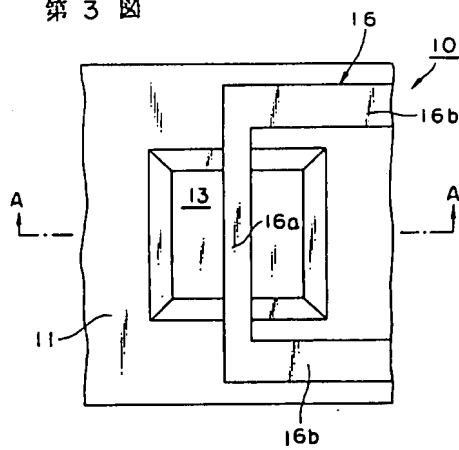
第 1 図



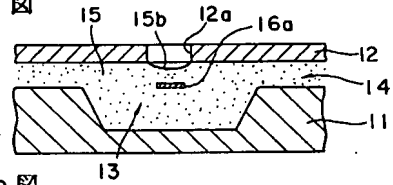
第 2 図



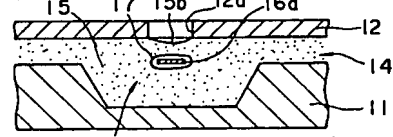
第 3 圖



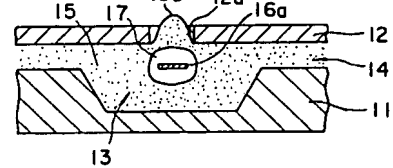
第4a 図



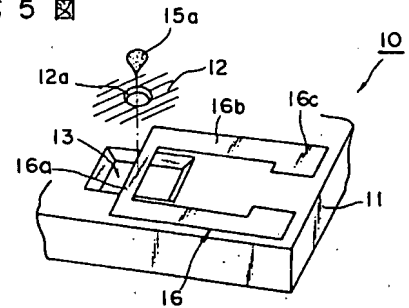
第 4b 図



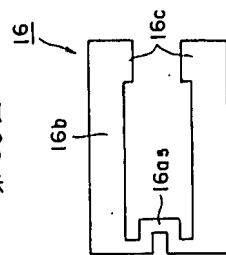
第 4c 図



第 5 図



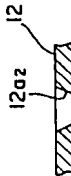
6c 図







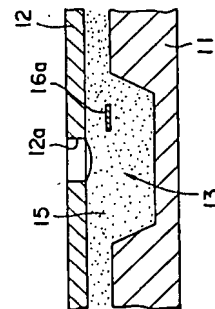
第7d图



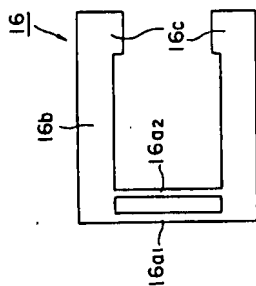
第 92 圖



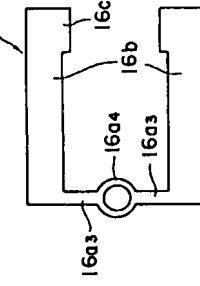








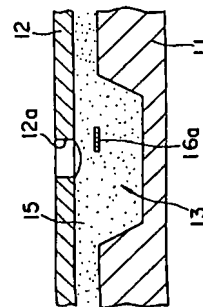
☑ D9 振



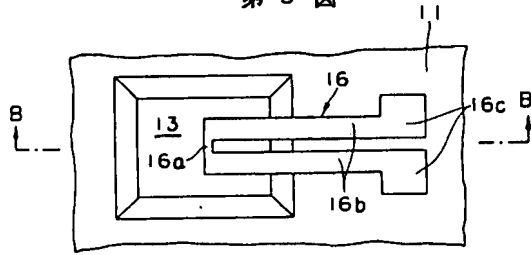
第 9b 圖



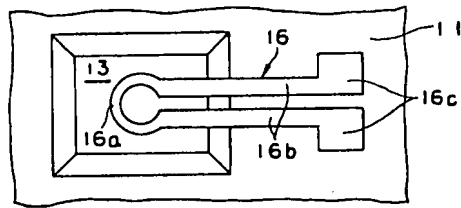

 〇  
 〇  
 〇  
 〇



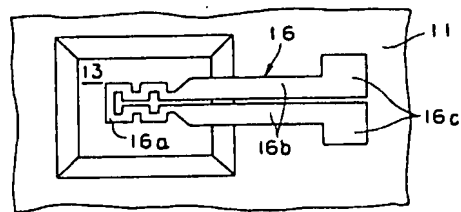
第 9 図



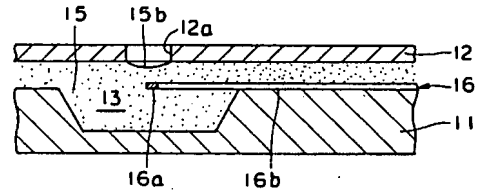
第 10 図



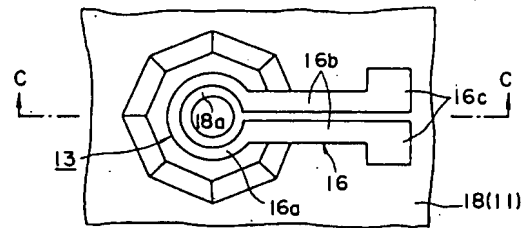
第 11 図



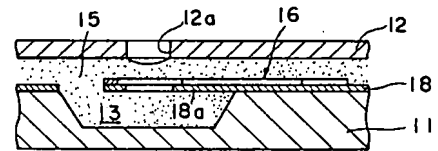
第 12 図



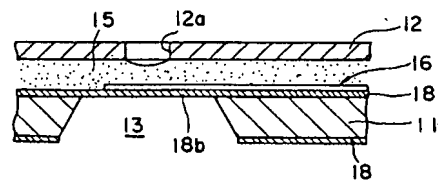
第 13 図



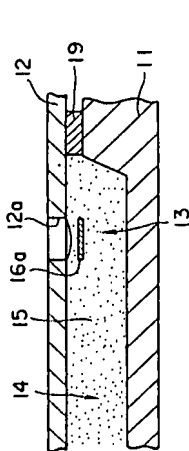
第 14 図



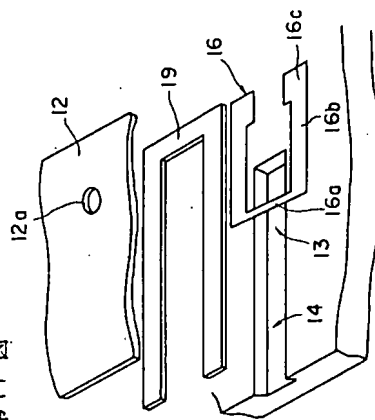
第 15 図



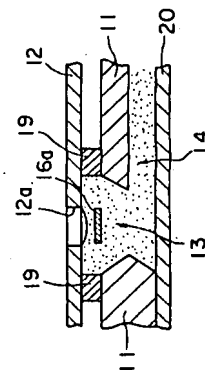
第 16 図



第 17 図

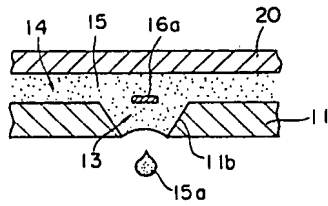


第 18 図

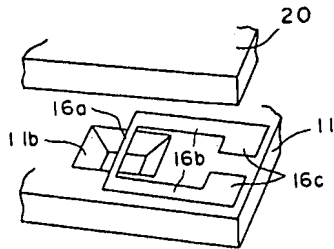




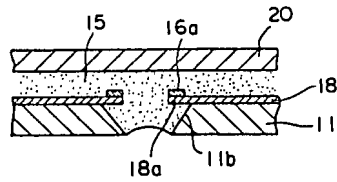
第19図



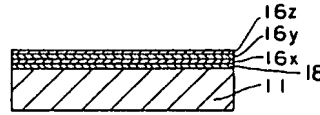
第20図



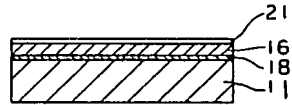
第21図



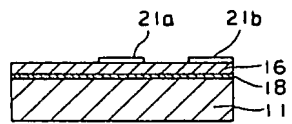
第22a図



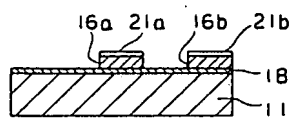
第22b図



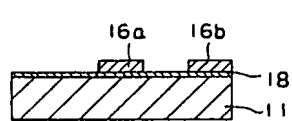
第22c図



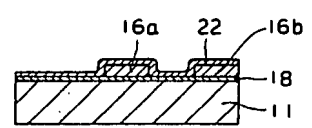
第22d図



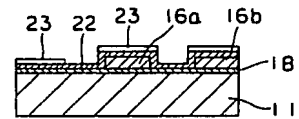
第22e図



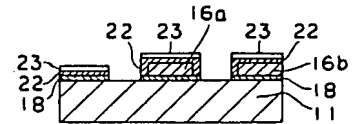
第22f図



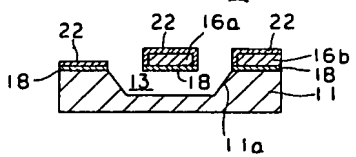
第22g図



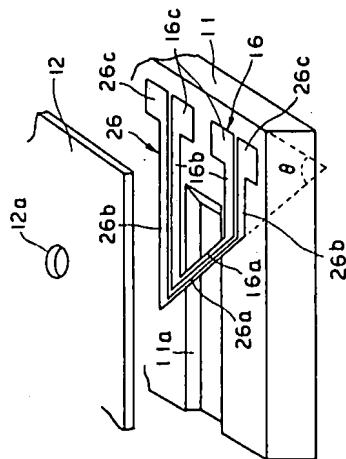
第22h図



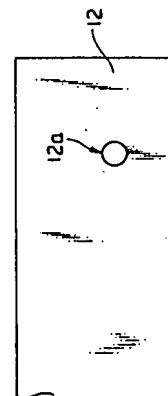
第22i図



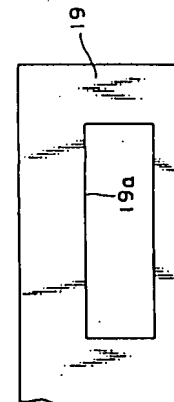
第23図



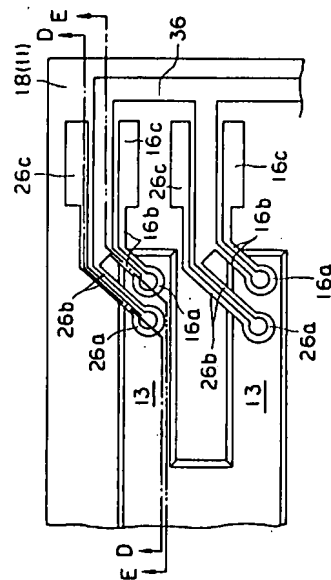
第24図



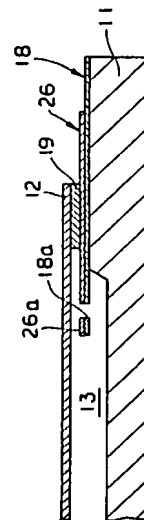
第25図



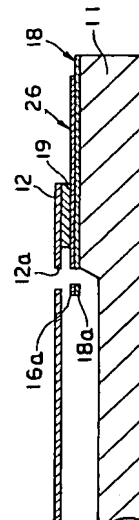
第26図



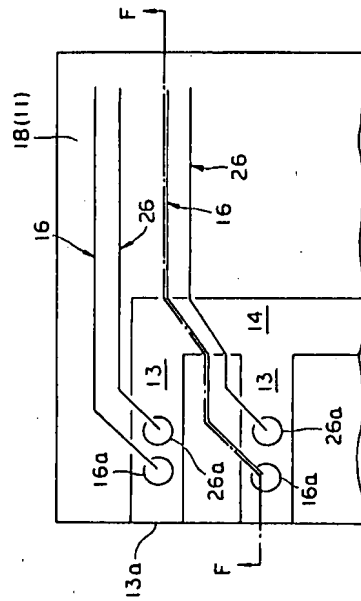
第27図



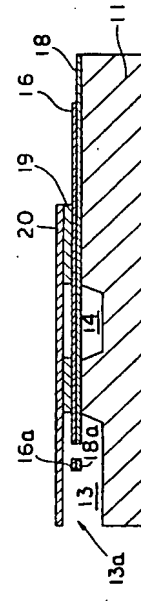
第28図



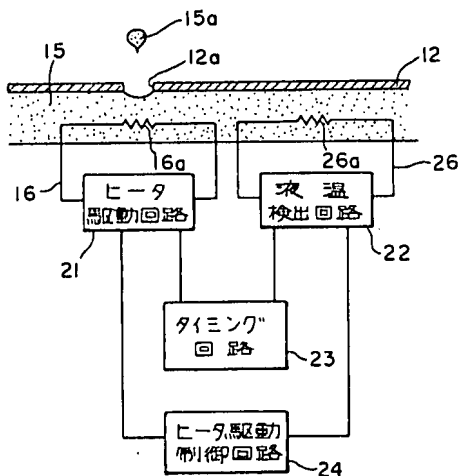
第29図



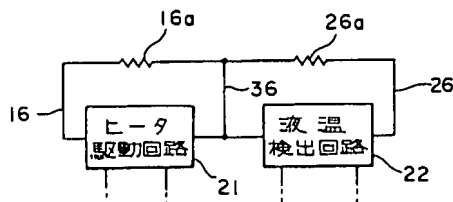
第30図



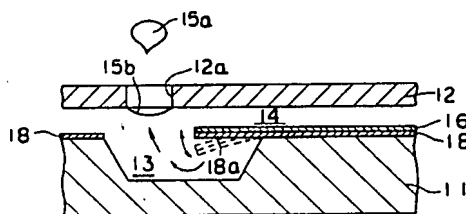
第31図



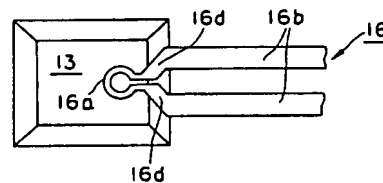
第32図



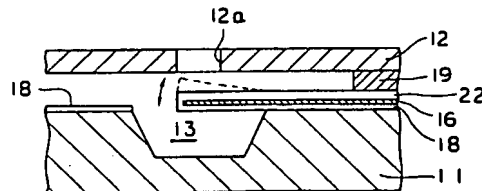
第33図



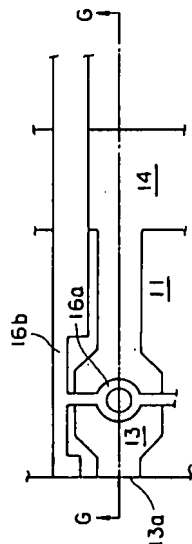
第34図



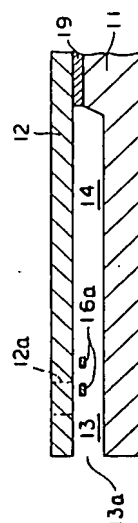
第35図



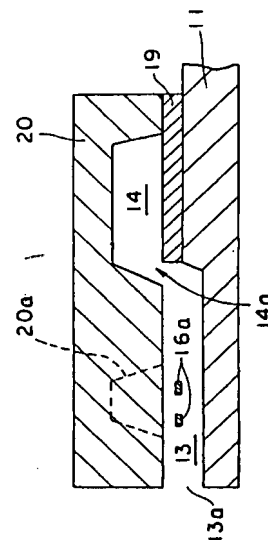
第36図



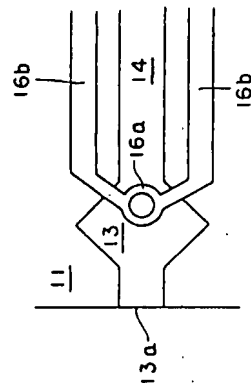
第37図



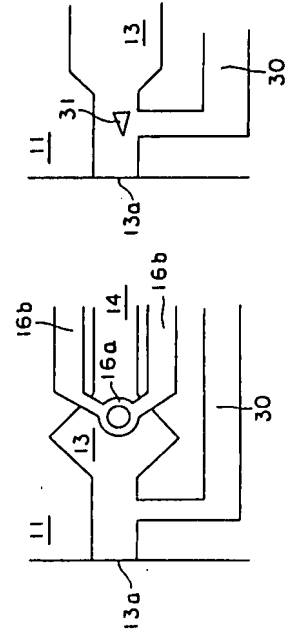
第38図



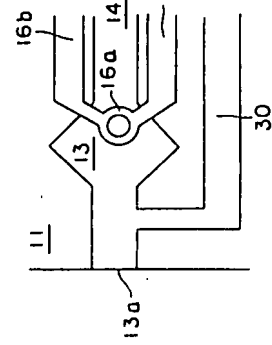
第39図



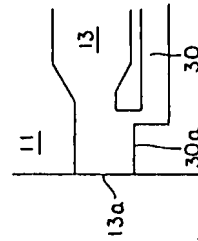
第42図



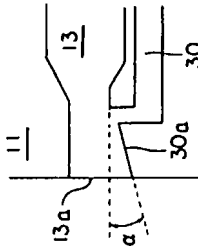
第41図



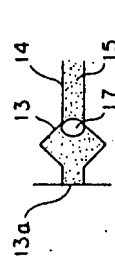
第43図



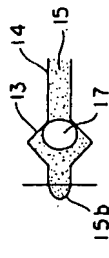
第44図



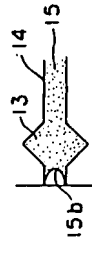
第40a図



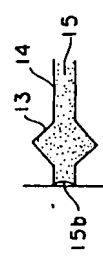
第40b図



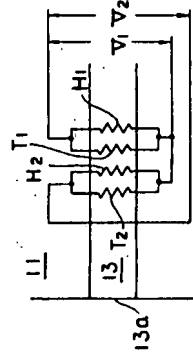
第40c図



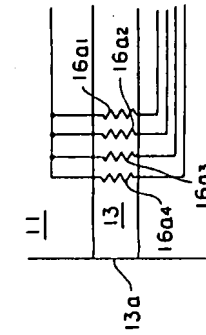
第40d図



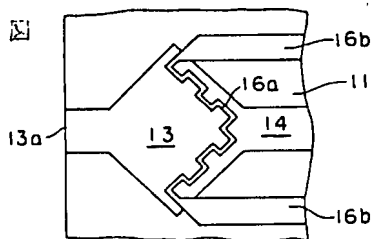
第46図



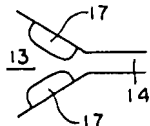
第45図



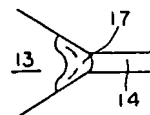
第47図



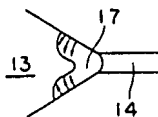
第48a図



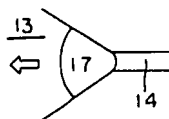
第48b図



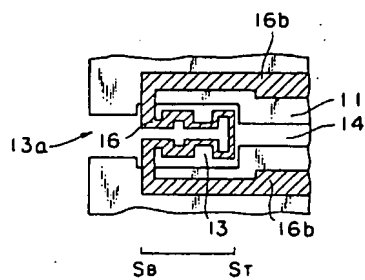
第48c図



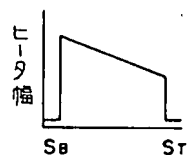
第48d図



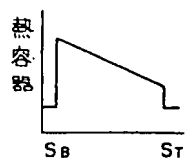
第49図



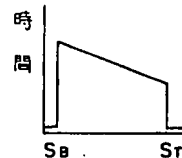
第50a図



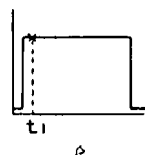
第50b図



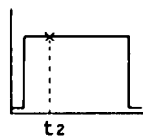
第50c図



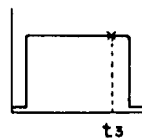
第51a図



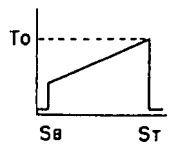
第51b図



第51c図



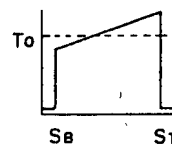
第52a図



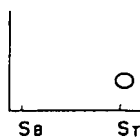
第52b図



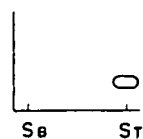
第52c図



第53a図



第53b図



第53c図

